

\* 용수철의 평형 위치  
용수철이 늘어나지도 줄어들지도 않은 위치이다.

물체가 탄성력만 받아 운동할 때에도 역학적 에너지가 보존될까? 그림 I-34와 같이 마찰이나 공기 저항을 무시할 때 용수철 상수  $k$ 인 용수철에 연결된 질량  $m$ 인 물체를 용수철의 평형 위치  $O$ 로부터  $A$ 만큼 이동한 뒤 놓았다.

물체가  $x_2, x_1$ 인 두 지점을 통과할 때 속도가 각각  $v_2, v_1$ 이라면, 일·운동 에너지 정리에 따라 탄성력이 한 일  $W$ 만큼 물체의 운동 에너지가 증가한다. 이때 탄성력이 한 일은 그림 I-34의 그래프 아랫부분의 넓이와 같으므로 다음 식이 성립한다.

$$W = \frac{1}{2}kx_2^2 - \frac{1}{2}kx_1^2 = \frac{1}{2}mv_1^2 - \frac{1}{2}mv_2^2$$

이를 정리하면 다음과 같다.

$$\frac{1}{2}kx_1^2 + \frac{1}{2}mv_1^2 = \frac{1}{2}kx_2^2 + \frac{1}{2}mv_2^2$$

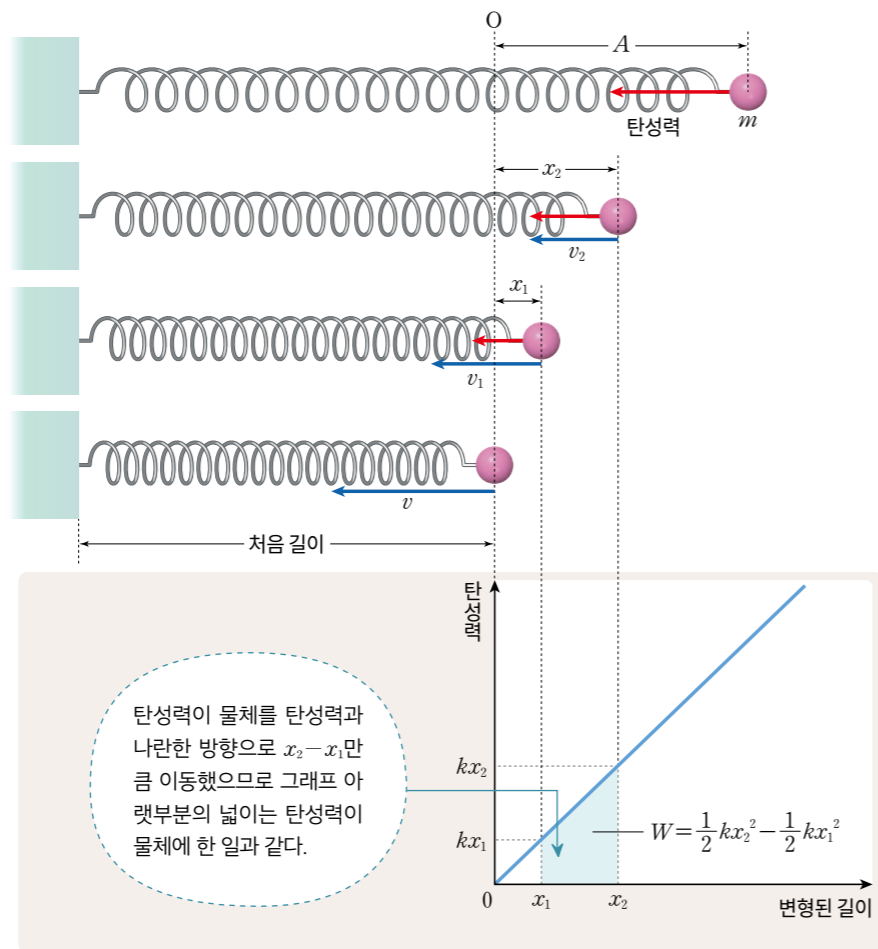


그림 I-34 탄성력이 물체에 한 일

이는 마찰이나 공기 저항이 없을 때 용수철에 연결되어 운동하는 물체의 역학적 에너지는 일정하게 보존된다는 것을 뜻한다. 즉, 탄성력만 받아 운동하는 물체에서도 역학적 에너지 보존 법칙이 성립한다.

물체가 중력이나 탄성력을 받아 운동할 때 역학적 에너지가 어떻게 전환되고 보존되는지 다음 활동을 하면서 알아보자.

디지털 해보기

탐구 능력 | 의사 결정 능력

모의실험으로 역학적 에너지 전환과 보존 확인하기

1. 모듈별로 인터넷에서 중력 또는 탄성력이 작용할 때 역학적 에너지 전환과 보존을 확인할 수 있는 모의실험을 찾아 실행한다.
  2. 모의실험에서 물체의 운동을 관찰하고, 물체가 운동하는 동안 운동 에너지, 위치 에너지, 역학적 에너지가 어떻게 변하는지 관찰한다.
- 공유 모의실험의 내용을 정리하고, 공유 플랫폼에 공유해 보자.

모의실험



준비물

- 스마트 기기

활동 길잡이

모의실험을 검색할 때 검색어를 구체적으로 입력하면 쉽게 찾을 수 있다.  
(예) 역학적 에너지 모의실험, 역학적 에너지 시뮬레이션 등

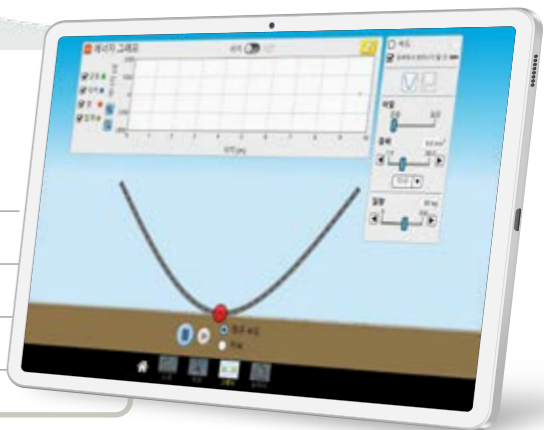


예시

레일 위에서 운동하는 물체

중력만을 받아 레일 위에서 운동하는 물체의 운동 에너지, 중력에 의한 위치 에너지, 역학적 에너지를 관찰할 수 있다.

구분	운동 에너지	위치 에너지	역학적 에너지
높은 곳 → 낮은 곳	증가	감소	일정
낮은 곳 → 높은 곳	감소	증가	일정



스스로 확인

1. 물체가 자유 낙하 운동을 할 때 물체에 중력이 한 일만큼 물체의 ( ) 에너지가 증가한다.
2. 탄성력만 받아 운동하는 물체의 운동 에너지가 12 J에서 10 J로 감소했다면, 탄성력에 의한 위치 에너지는 몇 J 증가했는가?

스스로 정리

공유 일·운동 에너지 정리나 역학적 에너지 보존을 잘 이해했는지를 확인할 수 있는 문제를 만들어 공유 플랫폼에 공유해 보자.

# 02

## 역학적 에너지와 열

**학습 목표** 역학적 에너지가 열의 형태로 전환될 때 에너지 총량이 변하지 않음을 설명할 수 있다.

미끄럼틀을 타면 엉덩이가 따뜻해지는 것을 느낄 수 있다. 미끄럼틀에서 내려오는 동안 어떤 에너지 전환이 일어난 것일까?



### 역학적 에너지가 보존되지 않는 경우

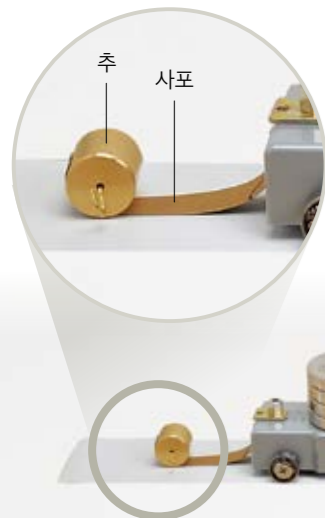
바닥에 공을 굴리면 공은 굴러가다가 멈춘다. 이는 마찰이나 공기 저항 등이 작용해 공의 역학적 에너지가 보존되지 않고 점점 감소하기 때문이다. 이때 감소한 역학적 에너지는 어떻게 되었을까? 다음 활동을 하면서 알아보자.

실험 영상



**준비물**

- 수레
- 감열지
- 사포
- 추
- 접착테이프



해보기

### 마찰이 작용할 때 역학적 에너지 변화 알아보기

탐구 능력 | 문제 해결 능력

1. 사포가 바닥면에 닿은 채로 늘어서도록 사포를 수레 뒤쪽에 붙인 뒤, 사포의 끝부분에 추를 붙인다.
2. 감열지를 책상에 길게 놓는다.
3. 수레를 감열지 위에서 가볍게 밀어 출발시킨 뒤 감열지에 나타난 변화를 관찰한다.

3에서 감열지에 어떤 변화가 나타났는가?



3에서 관찰한 결과를 통해 어떤 에너지 전환이 일어났는지 설명해 보자.



\* 감열지 열을 가하면 색이 나타나는 종이다.

그림 I-35와 같이 수레는 감열지 위에서 감열지에 흔적을 남기며 속도가 점점 느려지는 운동을 한다. 이는 사포와 감열지가 마찰하는 부분에서 열이 발생하면서 수레의 운동 에너지가 점점 감소하기 때문이다. 이처럼 마찰이나 공기 저항이 있으면 역학적 에너지의 일부가 열에너지로 전환되므로 역학적 에너지는 보존되지 않고 감소한다.

**열에너지와 열**  
물질을 이루는 입자들의 운동 에너지를 열에너지라고 한다. 그리고 온도 차에 따른 에너지 전달 방식을 열이라고 한다.



그림 I-35 역학적 에너지가 열의 형태로 전환되는 운동

그림 I-36과 같이 사람이 미끄럼틀의 A 지점에서 C 지점까지 내려오는 동안 역학적 에너지는 점점 감소하고, 마찰에 따른 열에너지는 점점 증가한다. 이 과정에서 감소한 역학적 에너지와 증가한 열에너지의 양은 같다. 즉, 역학적 에너지와 열 에너지를 더한 총에너지는 일정하다.

이처럼 에너지는 전환 과정에서 새로 생겨나거나 소멸되지 않고, 그 총량은 항상 일정하게 보존된다. 이를 **에너지 보존 법칙**이라고 한다.

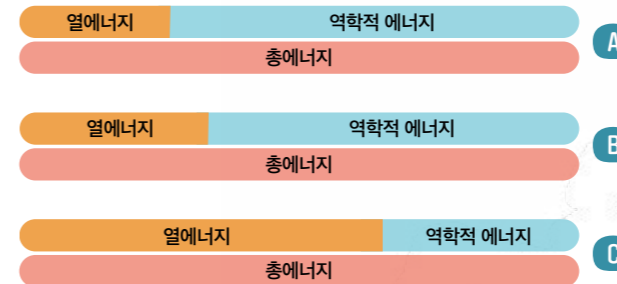


그림 I-36 미끄럼틀에서 내려오는 사람의 에너지

### 잠깐 활동

그림 I-36의 B와 C에서 사람의 역학적 에너지가 각각 1400 J, 800 J이라면, 사람이 B에서 C까지 내려오는 동안 발생한 열에너지는 몇 J인지 설명해 보자.



**연계 중학교 과학**

열의 이동 방식, 물질의 상태 변화와 열에너지 출입 관계, 구름과 강수 및 바람이 부는 까닭에 대해 배웠다.

**열의 형태로 전달된 에너지에 의한 현상**

열은 온도가 높은 곳에서 낮은 곳으로 이동한다. 이를 열전달이라고 한다. 열전달 방법에는 그림 I-37과 같이 전도, 대류, 복사가 있다. 열전달 과정에서 열에너지를 얻은 물질은 온도가 높아지고, 열에너지를 잃은 물질은 온도가 낮아진다.



그림 I-37 열전달 방법

→ 열에너지를 방출하는 과정  
→ 열에너지를 흡수하는 과정

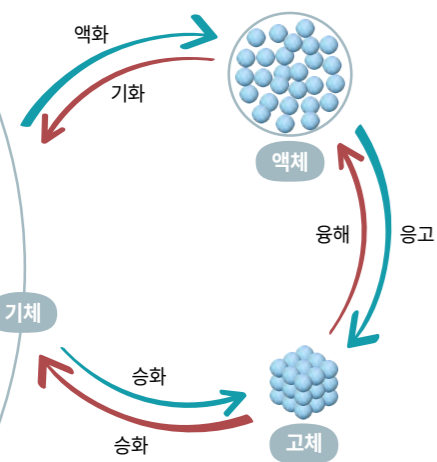


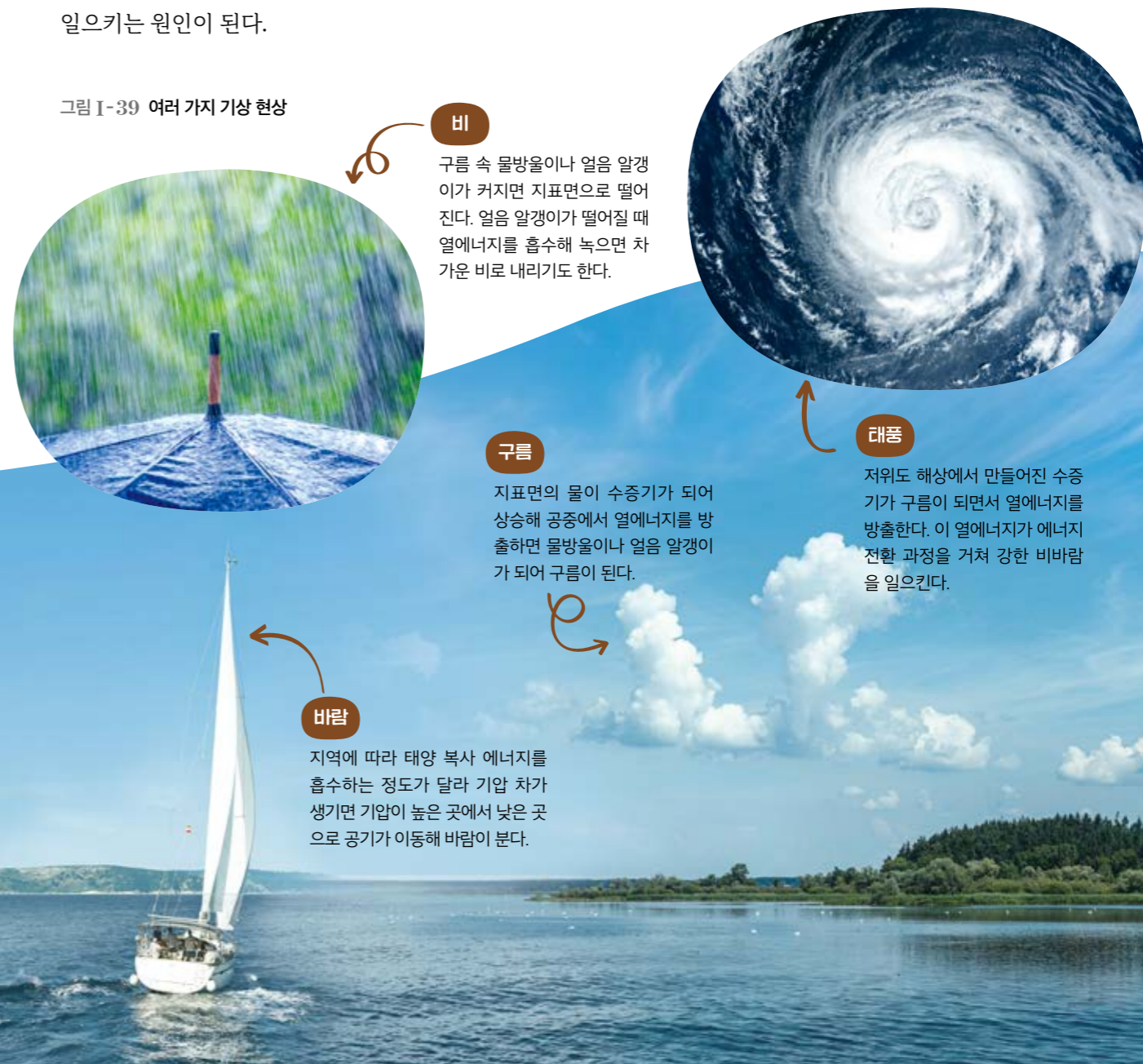
그림 I-38 물질의 상태 변화

물질이 상태 변화 할 때에는 물질과 그 주변 사이에서 열이 이동하지만 물질의 온도는 변하지 않는다. 그림 I-38과 같이 융해, 기화, 고체에서 기체로의 승화가 일어날 때에는 열에너지를 흡수하고 반대의 경우에는 열에너지를 방출한다. 이때 물질이 흡수하거나 방출하는 열에너지는 물질의 온도를 변화시키지 않고 물질의 상태를 변화하는 데 쓰인다.

100 °C 물 1 kg이 수증기가 되는 데 필요한 에너지는 질량이 22600 kg인 물체를 약 10 m 높이까지 들어 올리는 데 필요한 역학적 에너지와 비슷하다.

따라서 지구상의 바다나 강 등에서 열에너지를 흡수해 증발한 수증기는 큰 에너지를 갖는다. 이 에너지는 열에너지의 흡수나 방출 과정, 그리고 에너지 전환을 거치면서 대기와 물의 순환 과정을 통해 그림 I-39와 같은 여러 가지 기상 현상을 일으키는 원인이 된다.

그림 I-39 여러 가지 기상 현상



**스스로 확인**

- 1 에너지는 전환 과정에서 새로 생겨나거나 소멸되지 않고, 그 총량은 항상 일정하게 보존된다는 것을 ( ) 법칙이라고 한다.
- 2 물이 수증기로 상태가 변할 때 열에너지를 ( 흡수, 방출 ) 하고, 수증기가 물로 상태가 변할 때 열에너지를 ( 흡수, 방출 ) 한다.

**스스로 정리**

**공유** '역학적 에너지와 열' 단원의 내용을 담은 네 칸 만화를 만들어 공유 플랫폼에 공유해 보자.